

Microstructura apei de mare

În apa de mare se întâlnesc mari întinderi de apă stratificată în funcție de conținutul de sare și în funcție de temperatură. Stratificarea în funcție de temperatură se poate întâlni și într-un lac: Dacă intrăm în apă, putem observa că apa este rece la picioare și caldă la suprafață.

Variația conținutului de sare nu se poate observa în mod direct dar ne-am aștepta ca să crească concentrația de sus în jos. Cu cât concentrația de sare este mai mare, cu atât și densitatea trebuie să fie mai mare, deci straturile mai sărate trebuie să se găsească la adâncimi mai mari. În cazul apei de mare lucrurile nu sunt atât de simple. Densitatea apei este determinată atât de conținutul de sare, cât și de temperatură, deci pot exista zone în care apa de la suprafață este mai rece sau este mai sărată. Aceste stări sunt însoțite de fenomene termice și de difuzie, care modifică stările de inversiune.

Cu ajutorul unor instrumente sensibile se poate determina exact temperatura și concentrația sărurilor dizolvate în apă. Astfel s-a constatat, că există în unele mări-straturi omogene cu grosimi de 10-20m și întinderi de 15-20km, iar concentrația și temperatura variază în salturi de la un strat la altul. Acestea sunt separate între ele cu straturi subțiri de apă. În alte locuri aceste straturi au grosimi de ordinul 20-30cm.

Această stratificare nu este stabilă. Dacă de exemplu un strat mai cald și mai sărat se află deasupra unui strat mai rece și mai puțin sărat, echilibrul se răstoarnă repede. Schimbul de căldură se produce de o sută de ori mai repede, decât difuzia, din această cauză baza stratului superior se răcește, devine mai grea, stratul inferior se încălzește și devine mai ușoară. Deoarece conținutul de sare nu s-a modificat atât de repede, cele două straturi au tendința de a-și schimba locurile.

O altă situația instabilă este aceea la care apa rece și nesărată se găsește la suprafață iar cea caldă și sărată în adâncime. De exemplu în Marea Roșie, temperatura apei de la suprafață este 32 grade Celsius, cu un conținut de sare de 41g/l, iar la o adâncime de 50m, temperatura crește la 56 grade și concentrația la 256g/l.

În continuare vom studia modul în care se amestecă straturile diferite aflate în echilibru instabil. Prima dată se va studia cazul în care apa caldă și sărată se află deasupra apei reci și mai puțin sărate. Astfel de straturi se găsesc de exemplu în zonele subtropicale din Oceanul Atlantic, Indian și Pacific, dar mai ales în zona Bermudelor și în Marea Sargasso.

Fire colorate de lichid

1. Experiment. Se stratifică apă sărată și caldă peste apă rece de la robinet. Pentru a se putea observa fenomenul, se colorează stratul superior, utilizând câteva cristale de hipermangan sau cerneală colorată.

Se umple un pahar până la jumătate cu apă rece de la robinet, iar într-un alt pahar se pregătește apă aceeași cantitate de apă sărată, colorată. (La un pahar de apă se adaugă 2-3 lingurițe de sare.) Apa sărată se toarnă cu grijă peste apa rece cu ajutorul unei vergele. Se poate utiliza și un disc din carton, cu diametrul mai mic decât cel al paharului, prin care legat cu un fir de ață. Discul se așează pe suprafața apei reci, peste care se toarnă încet apa caldă, sărată cu ajutorul vergelei, după care se scoate afară discul.

Se va constata, că după anumit timp suprafața ce delimitează cele două straturi devine mai groasă, ele vor fi separate de un strat intermediar. Iluminând lateral apa, se va observa că acest strat intermediar este format din firicele de lichid foarte subțiri, colorate care se întind din stratul superior în cel inferior.

Amestecare lichidelor decurge destul de repede, din această cauză nu se va observa întotdeauna fenomenul. Desfășurarea fenomenului se poate încetini folosind alte soluții care au viteze de difuzie mult diferite. De exemplu viteza de difuzie a zahărului este mult mai mică decât a sării de bucătărie.

Rețeta exactă este următoarea: într-un pahar de apă se adaugă 2-3 lingurițe de sare și o linguriță de zahăr, în celălalt pahar o linguriță de sare și două cu zahăr. Cea de a doua soluție se

colorează, acesta va fi stratul superior. Deoarece viteza de difuzie a zahărului este mai mică, acesta va reprezenta conținutul de sare al apei de mare, iar soluția mai sărată va substitui apa caldă.

Durata apariției firelor colorate în acest caz este de câteva ore. Se va avea grijă ca paharul să nu fie scuturat pentru a nu strica echilibrul straturilor.

Să analizăm experimentul care ne amintește de cazul real: un strat de apă caldă și sărată deasupra unui strat de apă rece. Deoarece densitatea crește de sus în jos, aparent totul este în ordine. Dacă am evitat amestecarea soluțiilor, atunci cele două lichide sunt în echilibru hidrostatic.

O mică perturbație...

Echilibrul de mai sus este destul de labil, orice perturbație mică îl poate perturba. Situația seamănă cu încercarea de a așeza un con cu vârful în jos, teoretic este posibil, practic mai puțin. Pentru răsturnarea echilibrului hidrostatic este suficientă o mică perturbație. Să ne imaginăm, că suprafața de separație dintre cele două straturi se deformează dintr-un motiv oarecare. Am crede că echilibrul se va restabili, deoarece mase de apă cu densitate mai mică au ajuns sub stratul de apă cu densitate mai mare. Dar din cauza schimbului de căldură masa de apă care a coborât se va răci, iar apa care a luat locul se va încălzi în contact cu stratul de apă caldă și sărată. Astfel apa sărată care se răcește devine mai grea, iar apa nesărată, și încălzită devine mai ușoară decât mediul înconjurător. Deci, până la urmă suprafața de separație se deformează din ce în ce mai mult, sub forma unor degete (limbi), care intră în stratul de jos până la o adâncime, la care se restabilește echilibrul. Oceanografuli numesc acest fenomen „degete de sare”, deoarece imaginea obținută experimental seamănă cu degetele încolăcite. În aceste „degete” apa caldă curge în jos, iar apa rece în sus. Această amestecare este destul de violentă: fiecare „deget” orientat în jos este înconjurat de patru „degete” orientate în sus și invers. Deci schimbul de căldură se realizează pe o suprafață mărită.

Diametrul „degetelor” în mare este de 1-2 cm, în pahar de câțiva milimetri. Diferența este cauzată de variația mare a densității cu adâncimea în pahar, în mare densitatea variază mult mai lent. Din această cauză imaginea din pahar seamănă mai mult cu fire subțiri, verticale, ca firele de barbă.